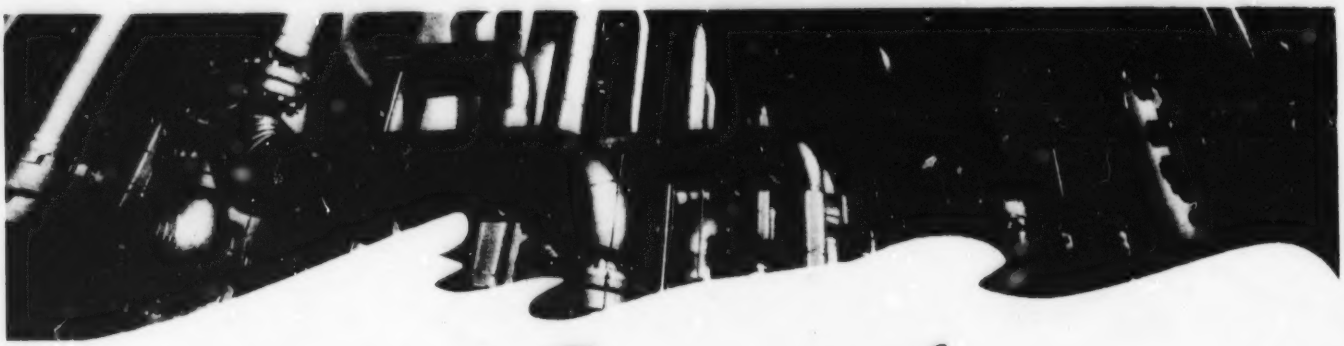


TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

RÉSUMÉ

Alex Sol inc. et l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), en collaboration avec Environnement Canada, ont entrepris en septembre 1995, un projet de développement et de démonstration d'une nouvelle technologie de décontamination de sols et de sédiments. Cette technologie allie des phases de séparation physique, chimique et biologique pour extraire les métaux qui contaminent les sols et les sédiments. Les résultats obtenus lors de cette démonstration technologique ont permis d'établir des chaînes de traitement complètes pouvant s'adapter à plusieurs types de contaminants et permettant de respecter la politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du Québec.

SOLS CONTAMINÉS

DÉCONTAMINATION DE SOLS ET DE SÉDIMENTS PAR SÉPARATION PHYSIQUE, CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES MÉTAUX

Photo : Christine Sauvageau

POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Extraction des métaux par des méthodes physique, chimique et biologique
  - Traitement ex-situ
- **Environnement**
  - Décontamination de sols et de sédiments (jusqu'à 99 % d'enlèvement des métaux)
  - Potentiel de réutilisation des sols et des sédiments décontaminés
  - Potentiel de récupération des métaux extraits
- **Économie**
  - Coût de traitement variable en fonction du volume, du type de sol ou de sédiments et du niveau de contamination (25 à 100 $/tonne)

Saint-Laurent Vision 2000

Environnement Canada Protection Région du Québec

Environment Canada Protection Québec Region

ALEX SOL

Université du Québec Institut national de la recherche scientifique INRS-EAU

Développement économique Canada

Canada Economic Development

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

PROBLÉMATIQUE

La réhabilitation de sites contaminés par des métaux constitue un défi de taille pour les propriétaires qui désirent les utiliser. Des méthodes de restauration de sites sont actuellement disponibles mais les coûts associés sont généralement élevés.

Les propriétaires de sites contaminés se sont récemment tournés vers des modes de gestion plus économiques, comme l'enfouissement dans des cellules à sécurité maximale ou encore le confinement sur place des sols et des sédiments contaminés. Ces types de gestion n'apportent cependant aucune solution définitive à la problématique des sites contaminés.

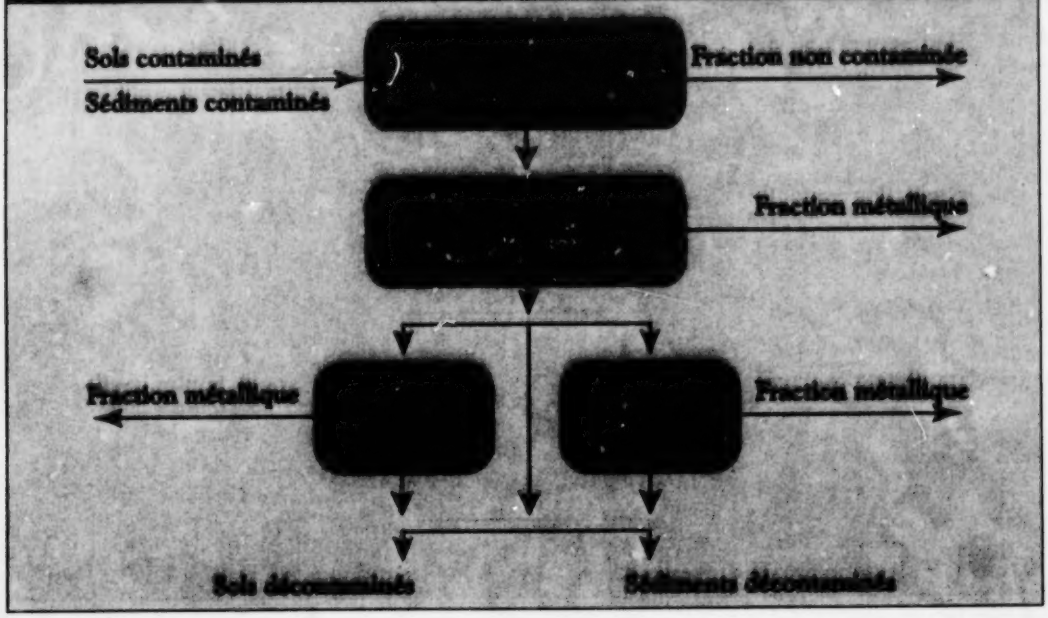
TECHNOLOGIE

La technologie développée par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau fait appel à plusieurs techniques d'enlèvement des métaux qui peuvent s'appliquer à différents types et concentrations de contaminants. Le procédé propose des phases de séparation physique, chimique et biologique des métaux.

La première étape consiste en la séparation physique des métaux par tamisage des fractions de sols contaminés et non contaminés. Cette séparation physique fait aussi intervenir des techniques de séparation par densité, par magnétisme et par flottation. Dans certains cas, la séparation physique permettra à elle seule de décontaminer les sols et les sédiments. Toutefois, dans la majorité des cas, cette étape servira à abaisser le niveau de contamination préalablement à la décontamination par séparation chimique et (ou) biologique.

La séparation chimique et biologique s'effectue en réacteur et utilise le potentiel oxydant de certains acides, produits chimiques et des microorganismes qui ajustent le pH et le potentiel d'oxydo-réduction du milieu dans le but de rendre les métaux sous une forme soluble. Cette séparation est suivie d'une déshydratation qui produit, d'une part, les sols ou les sédiments décontaminés et d'autre part, les liquides contenant les métaux. Ces liquides sont ensuite traités afin d'en extraire les métaux.

FIGURE 1.
SCHÉMA DU PROCÉDÉ DE DÉCONTAMINATION DES SOLS ET DES SÉDIMENTS



RÉSULTATS

Dans le cadre du projet de démonstration technologique, des échantillons de sols et de sédiments contaminés ont été prélevés sur des sites localisés dans les villes de Québec, Montréal et Trois-Rivières. Au total, plus de 45 tonnes de sols et de sédiments ont été traitées.

Le traitement de ces sols et sédiments par le procédé développé par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau a permis un enlèvement marqué des métaux présents. Les résultats des essais sont présentés au tableau 1.

Sols de Québec

Dans le cas des sols de Québec, la contamination est issue d'une activité industrielle reliée à l'usinage des métaux et à la présence de l'ancien incinérateur de Québec. Le plomb était le contaminant prédominant.

Les essais sur ces sols ont permis un enlèvement important du plomb abaissant ainsi le niveau de contamination en deçà du critère C de la politique sur les sols contaminés*.

Sols de Montréal

Les sols de Montréal, également caractérisés par une contamination par le plomb, avaient un fort contenu en argile qui les rendait incompatibles avec plusieurs types de séparation physique. La chaîne de traitement adaptée a permis d'atteindre des niveaux de décontamination répondant aux normes.

Sols de Trois-Rivières

Les sols de Trois-Rivières étaient contaminés par des concentrés de minerais de zinc et de cuivre. Leur forte contamination présentait un défi technologique important. Les résultats obtenus lors de ces essais montrent que le niveau de décontamination visé a été atteint. De plus, les pourcentages d'enlèvement du cadmium, du cuivre et du zinc dépassent 98 %.

Sédiments

Les résultats présentés au tableau 1 montrent le degré de décontamination obtenu pour les deux métaux problématiques, soit le cuivre et le zinc. La concentration de cuivre est passée de la plage B-C à une concentration inférieure au critère A. La concentration de zinc, au départ supérieure au critère C, est passée à la plage A-B. Une fois de plus, la technologie de décontamination a permis d'atteindre l'objectif visé.

TABLEAU 1.
RÉSULTATS OBTENUS LORS DE LA DÉMONSTRATION TECHNOLOGIQUE DE TRAITEMENT DES SOLS ET DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS PAR LES MÉTAUX LOURDS

Élément	Avant traitement (mg/Kg)	Après traitement (mg/Kg)	Enlèvement (%)	Critère atteint*
SOLS DE QUÉBEC				
Plomb	2 595	807	69	B-C
Zinc	1 521	488	68	A-B
SOLS DE MONTRÉAL				
Plomb	1 848	877	53	B-C
Cuivre	768	402	48	B-C
SOLS DE TROIS-RIVIÈRES				
Zinc	221 800	791	99	B-C
Cuivre	7 533	124	98	B-C
Plomb	1 202	591	51	B-C
Cadmium	1 020	3,4	99	A-B
SÉDIMENTS DE MONTRÉAL				
Zinc	2 682	333	88	A-B
Cuivre	117	34,1	70	A

* Selon la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés » du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1994 (première édition) et 1998 (dernière édition). Plages de contamination : A-B : utilisation résidentielle; B-C : utilisation commerciale et industrielle; > C : aucune utilisation sans traitement préalable.

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet avait pour but :

1. D'optimiser les procédés chimique et biologique à l'échelle pilote;
2. D'intégrer une chaîne de traitement physique aux procédés chimique et biologique développés;
3. D'adapter le traitement physique en fonction des objectifs et limites des procédés chimique et biologique;
4. De vérifier l'efficacité de la chaîne de traitement sur plusieurs types de sols et de sédiments;
5. De minimiser les coûts d'exploitation.

Les travaux ont consisté à :

1. Traiter plus de 45 tonnes de sols et de sédiments;
2. Tester pendant 18 mois le procédé de traitement en usine pilote;
3. Réaliser les essais sur des sols provenant de divers sites (Montréal, Québec et Trois-Rivières) et sur des sédiments d'une zone portuaire de Montréal;
4. 78 essais réalisés dont : 68 essais sur des sols et 10 essais sur des sédiments.

PROBLÉMATIQUE

La réhabilitation de sites contaminés par des métaux constitue un défi de taille pour les propriétaires qui désirent les utiliser. Des méthodes de restauration de sites sont actuellement disponibles mais les coûts associés sont généralement élevés.

Les propriétaires de sites contaminés se sont récemment tournés vers des modes de gestion plus économiques, comme l'enfouissement dans des cellules à sécurité maximale ou encore le confinement sur place des sols et des sédiments contaminés. Ces types de gestion n'apportent cependant aucune solution définitive à la problématique des sites contaminés.

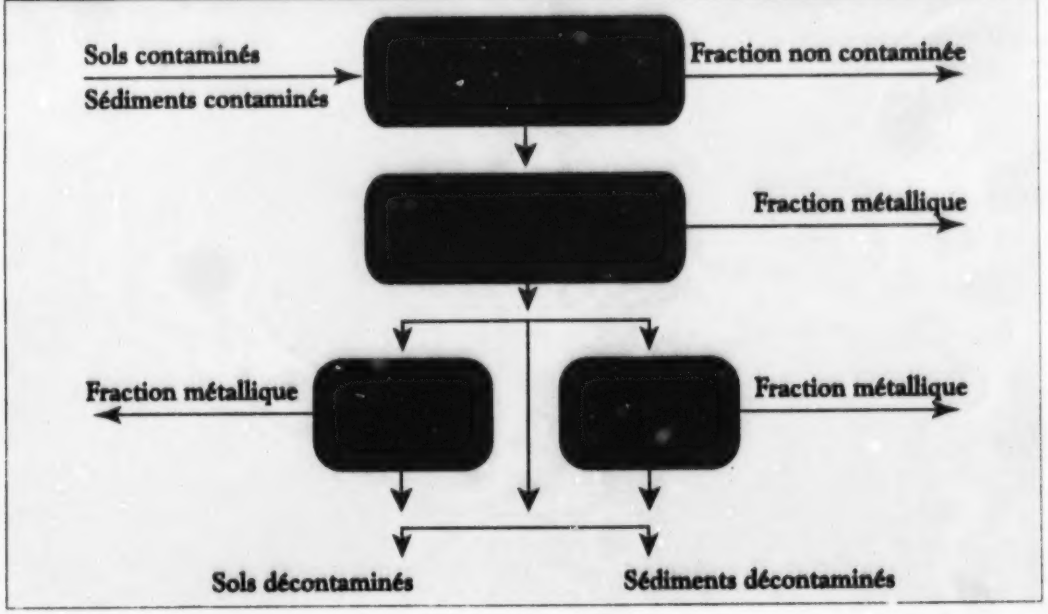
TECHNOLOGIE

La technologie développée par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau fait appel à plusieurs techniques d'enlèvement des métaux qui peuvent s'appliquer à différents types et concentrations de contaminants. Le procédé propose des phases de séparation physique, chimique et biologique des métaux.

La première étape consiste en la séparation physique des métaux par tamisage des fractions de sols contaminés et non contaminés. Cette séparation physique fait aussi intervenir des techniques de séparation par densité, par magnétisme et par flottation. Dans certains cas, la séparation physique permettra à elle seule de décontaminer les sols et les sédiments. Toutefois, dans la majorité des cas, cette étape servira à abaisser le niveau de contamination préalablement à la décontamination par séparation chimique et (ou) biologique.

La séparation chimique et biologique s'effectue en réacteur et utilise le potentiel oxydant de certains acides, produits chimiques et des microorganismes qui ajustent le pH et le potentiel d'oxydo-réduction du milieu dans le but de rendre les métaux sous une forme soluble. Cette séparation est suivie d'une déshydratation qui produit, d'une part, les sols ou les sédiments décontaminés et d'autre part, les liquides contenant les métaux. Ces liquides sont ensuite traités afin d'en extraire les métaux.

FIGURE 1.
SCHÉMA DU PROCÉDÉ DE DÉCONTAMINATION DES SOLS ET DES SÉDIMENTS



RÉSULTATS

Dans le cadre du projet de démonstration technologique, des échantillons de sols et de sédiments contaminés ont été prélevés sur des sites localisés dans les villes de Québec, Montréal et Trois-Rivières. Au total, plus de 45 tonnes de sols et de sédiments ont été traitées.

Le traitement de ces sols et sédiments par le procédé développé par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau a permis un enlèvement marqué des métaux présents. Les résultats des essais sont présentés au tableau 1.

Sols de Québec

Dans le cas des sols de Québec, la contamination est issue d'une activité industrielle reliée à l'usinage des métaux et à la présence de l'ancien incinérateur de Québec. Le plomb était le contaminant prédominant. Les essais sur ces sols ont permis un enlèvement important du plomb abaissant ainsi le niveau de contamination en deçà du critère C de la politique sur les sols contaminés*.

Sols de Montréal

Les sols de Montréal, également caractérisés par une contamination par le plomb, avaient un fort contenu en argile qui les rendait incompatibles avec plusieurs types de séparation physique. La chaîne de traitement adaptée a permis d'atteindre des niveaux de décontamination répondant aux normes.

Sols de Trois-Rivières

Les sols de Trois-Rivières étaient contaminés par des concentrés de minerais de zinc et de cuivre. Leur forte contamination présentait un défi technologique important. Les résultats obtenus lors de ces essais montrent que le niveau de décontamination visé a été atteint. De plus, les pourcentages d'enlèvement du cadmium, du cuivre et du zinc dépassent 98 %.

Sédiments

Les résultats présentés au tableau 1 montrent le degré de décontamination obtenu pour les deux métaux problématiques, soit le cuivre et le zinc. La concentration de cuivre est passée de la plage B-C à une concentration inférieure au critère A. La concentration de zinc, au départ supérieure au critère C, est passée à la plage A-B. Une fois de plus, la technologie de décontamination a permis d'atteindre l'objectif visé.

TABLEAU 1.
RÉSULTATS OBTENUS LORS DE LA DÉMONSTRATION TECHNOLOGIQUE DE TRAITEMENT DES SOLS ET DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS PAR LES MÉTAUX LOURDS

Élément	Avant traitement (mg/Kg)	Après traitement (mg/Kg)	Enlèvement (%)	Critère atteint*
SOLS DE QUÉBEC				
Plomb	2 595	807	69	B-C
Zinc	1 521	488	68	A-B
SOLS DE MONTRÉAL				
Plomb	1 848	877	53	B-C
Cuivre	768	402	48	B-C
SOLS DE TROIS-RIVIÈRES				
Zinc	221 800	791	99	B-C
Cuivre	7 533	124	98	B-C
Plomb	1 202	591	51	B-C
Cadmium	1 020	3,4	99	A-B
SÉDIMENTS DE MONTRÉAL				
Zinc	2 682	333	88	A-B
Cuivre	117	34,1	70	A

* Selon la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés » du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1994 (première édition) et 1998 (dernière édition). Plages de contamination : A-B : utilisation résidentielle; B-C : utilisation commerciale et industrielle; > C : aucune utilisation sans traitement préalable.

POTENTIEL ET LIMITES

Alex Sol inc. et l'INRS-Eau ont développé un procédé de décontamination des sols et des sédiments contaminés par des métaux lourds. La démonstration technologique de ce procédé est concluante. De fait, des essais réalisés sur des sols et des sédiments provenant des villes de Québec, Montréal et Trois-Rivières ont permis de réduire la contamination sous le seuil des critères fixés.

La chaîne de traitement développée s'attaque aussi bien aux particules très fines du sol (argile) qu'aux particules plus grossières, tels les sables et les scories, et permet une séparation efficace des métaux tant particulaires que chimiquement liés à la matrice.

Le procédé proposé est avantageux tant sur le plan environnemental que sur le plan économique. Le traitement des sols et des sédiments permet d'éliminer les risques potentiels pour la santé humaine et le milieu aquatique aux abords des sites. La décontamination des sols redonne aussi une pleine valeur aux sites et favorise la construction résidentielle et commerciale.

L'efficacité du procédé développé pour l'enlèvement des contaminants organiques reste à être démontrée.

INFORMATIONS

Cette fiche technologique a été rédigée à partir des résultats obtenus lors d'un projet de développement et de démonstration technologique réalisé par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau avec la collaboration technique et financière d'Environnement Canada et de Développement Économique Canada (Québec).

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Environnement Canada
Éco-innovation technologique

Jean-René Michaud,
ing., M.Sc.A.
Tél. : (514) 496-6851
Courrier électronique :
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

Alex Sol inc.

Richard Painchaud
Président
Tél. : (418) 692-5849
Courrier électronique :
richard.painchaud@avantage.com

INRS-Eau

Jean-François Blais
Professeur
Tél. : (418) 654-2541
Courrier électronique :
blaisjf@inrs-eau.uquebec.ca

Guy Mercier
Agent de recherche
Tél. : (418) 654-2633
Courrier électronique :
mercieg@inrs-eau.uquebec.ca

TECHNOLOGIES Saint-Laurent

[illegible]

Canada